ChinaXiv合作期刊

·论著·全科医生培养研究·

虚拟现实技术在全科住院医师规范化培训中的应用效果评价

李晶晶[1]，袁丁[2]，王秀玲[1]，亢鸿飞[3]，赖诚诚[2]，王培松[1]，卢广平[2]，高艳霞[2*]

【摘要】 **背景** 虚拟现实技术（VR）的出现是医学教育改革的突破口，将 VR 应用于医学教育并探讨应用效果，是目前临床教育工作者的关注点；将 VR 应用于住院医师规范化培训（简称住培）中的案例屡见不鲜，但有关 VR 应用于全科住培的文献鲜见报道。**目的** 探讨 VR 在全科住培中的应用效果，为 VR 技术在全科住培中的推广应用提供参考依据。**方法** 2022-05-16—2022-08-16 选取郑州大学第一附属医院 2020 级 58 名全科住培学员为研究对象，采用随机数生成器将研究对象分为对照组（n=29）和研究组（n=29），研究组采用传统理论培训与 VR 技能培训相结合的教学方式，对照组采用传统理论培训与传统技能培训相结合的方式。本次培训内容包括心肺复苏和电除颤的急救、有机磷中毒的处理流程、院内突发呼吸困难的处理流程，培训前发放调查问卷了解研究对象基本资料、对 VR 的了解程度；培训后分别进行理论和技能考核，比较两组学员理论考核成绩、技能考核成绩、培训技能要点掌握率自评情况及教学方式满意度情况。**结果** 研究组与对照组的性别、年龄及毕业年限比较，差异无统计学意义（P>0.05）。培训后研究组的理论成绩与技能考核成绩均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）；以考核成绩≥ 80 分为考核优秀，研究组的理论考核优秀率高于对照组（P<0.05）；研究组自评电除颤及有机磷中毒的急救技能操作培训技能要点掌握率均高于对照组（P<0.05）；研究组在学习兴趣、自学能力、临床思维判断能力、临床综合能力、模拟临床环境、提高教学效果，有利于为临床做准备以及教学对自己是否有帮助的满意度得分均高于对照组（P<0.05）。**结论** 与传统授课模式相比，采用传统理论培训结合 VR 技能培训的教学方式，有利于激发全科住培学员主观能动性，且有效提高全科住培学员专业知识掌握程度，在全科住培教学中具有推广价值。

【关键词】 虚拟现实；全科医学；虚拟现实技术；住院医师规范化培训；传统教学

【中图分类号】 R-05 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0143

【引用本文】 李晶晶，袁丁，王秀玲，等. 虚拟现实技术在全科住院医师规范化培训中的应用效果评价［J］. 中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0143.［www.chinagp.net］

LI J J，YUAN D，WANG X L，et al. Evaluation of the application effect of virtual reality technology in standardized training of general practice residents［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］

Evaluation of the Application Effect of Virtual Reality Technology in Standardized Training of General Practice Residents

LI Jingjing[1]，*YUAN Ding*[2]，*WANG Xiuling*[1]，*KANG Hongfei*[3]，*LAI Chengcheng*[2]，*WANG Peisong*[1]，*LU Guangping*[2]，*GAO Yanxia*[2]

1.Department of Education，The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University，Zhengzhou 450052，China.

2.Department of General Practice，The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University，Zhengzhou 450052，China.

3.Department of Center for Genetic and Prenatal Diagnosis，The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University，Zhengzhou，450052，China

[*]Corresponding author：GAO Yanxia，Associate chief physician；E-mail：gaoyanxiazzu@163.com

【Abstract】 **Background** The emergence of virtual reality（VR）technology is the breakthrough of medical education reform. It is the focus of clinical educators to apply VR technology to medical education and discuss the application effect. The application of VR in the standardized training of residents（referred to as residential training）is not rare，but the literature on the application of VR in the residential training of general practice has not been reported. **Objective** To explore the effectiveness

基金项目：河南省医学教育研究联合共建项目（Wjlx2020056）；河南省医学教育研究项目（Wjlx2020391）；河南省医学科技攻关计划软科学项目（RKX202202007）

1.450052 河南省郑州市，郑州大学第一附属医院教育处 2.450052 河南省郑州市，郑州大学第一附属医院全科医学科 3.450052 河南省郑州市，郑州大学第一附属医院遗传与产前诊断中心

[*]通信作者：高艳霞，副主任医师；Email：gaoyanxiazzu@163.com

本文数字出版日期：2023-07-28

chinaXiv:202308.00027v1

ChinaXiv合作期刊

of VR technology in the residential training of general practice, and provide a reference for the promotion and application of VR technology in the residential training of general practice. **Methods** From May 16, 2022 to August 16, 2022, a total of 58 general practitioners in the grade of 2020 in the department of general practice in the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Henan Province were selected as the research objects and divided into the experimental group (*n*=29) and control group (*n*=29) by using random number generator. The experimental group adopted the teaching method of combining traditional theoretical training and VR skills training, and the control group adopted the method of combining traditional theoretical training and traditional skills training. The training content included the first aid of cardiopulmonary resuscitation and electric defibrillation, the treatment process of organophosphorus poisoning, and treatment process of independent sudden dyspnea in the hospital. Questionnaires were distributed to investigate the basic information of the subjects and their understanding of VR before the training, theoretical and skill assessments were carried out respectively after training, and the two groups of students were compared in theoretical assessment results, skill assessment results, self-assessment results of the key points of training skills and satisfaction with teaching methods. **Results** There was no difference in gender, age and years of graduation between the experimental group and control group ($P>0.05$). After training, the theoretical and skill assessment scores of the experimental group were higher than those of the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). With an assessment score ≥ 80 as excellence in assessment, the excellent rate of theoretical assessment in the experimental group was higher than the control group ($P<0.05$). The self-assessed rate of mastery of the key points of the first aid skills for electric defibrillation and organophosphorus poisoning in the experimental group was higher than the control group ($P<0.05$). The satisfaction scores of study interest, self-study ability, clinical thinking and judgment ability, clinical comprehensive ability, simulation of clinical environment, improvement of teaching effect, preparation for clinical practice and whether teaching is helpful to them were all higher than those of the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with the traditional teaching mode, the application of traditional theoretical training combined with VR skills training teaching method is conducive to stimulating the subjective motivation of general practice residents, and also effectively improves their mastery of professional knowledge, which has popularization value in the teaching of residential training of general practice.

【**Key words**】 Virtual reality; General medicine; Virtual reality technology; Standardized training for residents; Traditional teaching

住院医师规范化培训（简称住培）是医学生毕业后教育的重要组成部分，以临床实践、专业必修课、公共必修课等为主要培训内容。临床医学教育存在内容广泛丰富、理论与实践之间较大差异等特点，而目前主流的传统教学模式难以达到理想的成效。为了提升教学水平，促进学员更好地进入临床实践，探索一种新的教学模式是必不可少的。随着国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见、国家卫生健康委等部门关于建立住院医师规范化培训制度的指导意见等文件相继颁布，医学教育的发展和改革创新被大力倡导[1-4]。近年来虚拟现实技术（virtual reality，VR）越来越广泛地被用于医学教育的辅助教学[5-12]，其是利用多项计算机技术及相关软件生成的三维虚拟世界，通过虚拟环境作用于用户的视觉、听觉及触觉，促使用户能够切身感受到所处环境的作用与变化，产生身临其境的感觉[13-14]。VR 教学是利用 VR 教学体系将多媒体技术与仿真技术相结合，完成逼真的视、听、触觉一体化的虚拟教学环境。在住培教学中，国内基于 VR 进行了不少的尝试，主要是在眼科、关节外科手术及影像学、3D 打印技术等方面[15-17]，注重临床技能实操，这些研究证实了应用 VR 的教学模式具有良好的教学前景，但在全科医学教育中鲜见相关研究。为了探索基于 VR 的新教学模式在全科住培中的效果，本研究在郑州大学第一附属医院开展了 VR 新教学模式的实践，以期为 VR 新教学模式在全科住培中的应用推广提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2022-05-16—2022-08-16 选取郑州大学第一附属医院 2020 级全科住培学员为研究对象，纳入标准：（1）第 1 次参加住培的临床应届或往届本科毕业生；（2）社会学员、地方单位委培学员和全科订单定向学员。排除标准：（1）既往参加住培未通过结业考试的学员；（2）已取得住培结业证书的学员；（3）研究生学员及其他专业的住培学员。研究对象均为本科五年医学教育毕业后 2~5 年，规培完成年限为 1 年半。本研究已通过郑州大学伦理委员会批准，所有研究对象已签署知情同意书。

1.2 研究方法 采用随机抽样法选取郑州大学第一附属医院 2020 级住培学员 58 名，并按照 1~58 的顺序进行编号，利用随机数生成器对编号 1~58 的研究对象生成 0~1 之间的随机数，再通过可视分箱，将其随机分为研究组（*n*=29）和对照组（*n*=29），研究组和对照组均不知对方组别的存在，培训人员不参与此次研究的

chinaXiv:202308.00027v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202308.00027v1

设计。培训前发放调查问卷收集研究对象的一般资料〔姓名、性别、年龄、毕业年限〕，并初步调查其对专业知识的自评掌握程度〔包括完成心肺复苏（CPR）和电除颤、处理有机磷中毒、处理院内突发呼吸困难3项内容，完成CPR和电除颤、处理有机磷中毒为分2个等级：可以独立完成（处理）和不可以独立完成（处理），处理院内突发呼吸困难分为3个等级：完全可以独立处理、可以处理但不能完全独立处理、能力有限不可以处理〕、对VR的了解程度（包括最初了解VR的场景和最常见应用VR的场景，了解VR和应用VR场景包括：游戏厅、VR体验馆、科技展厅、装饰设计、科技博览会、汽车驾驶、教育、医学治疗和其他，统计上述内容出现的频次以评估学员对VR的了解程度），以及研究组全科住培学员培训前熟悉VR流程花费时间。培训后分别进行理论和技能考核，比较两组学员成绩及其培训技能要点掌握率自评情况〔CPR及电除颤掌握率=可以独立完成CPR及电除颤人数/组内总人数×100%，处理有机磷中毒掌握率=可以独立处理有机磷中毒人数/组内总人数×100%，处理院内突发呼吸困难掌握率=完全可以独立处理院内突发呼吸困难人数/组内总人数×100%〕；并发放教学培训满意度调查问卷评价两组学员对培训的满意度情况。

1.3 教学实施 研究组采用传统理论培训与VR技能培训相结合的教学方式，对照组采用传统理论培训与传统技能培训相结合的教学方式。传统理论培训采取由教师PPT讲授理论知识，包括有机磷中毒的处理流程，院内突发呼吸困难的处理流程，CPR及电除颤的重要性、操作流程、要点、难点等相关医学知识。

1.3.1 研究组VR技能培训教学流程 在VR技能培训前，由2名专业技术人员分别对学员熟悉VR流程花费的时间进行记录〔对2名专业技术人员的记录结果取平均值，即为每位学员熟悉VR流程的花费时间（min）〕。VR技能操作具体包括：在学员了解VR设备（Wyzlink，上海）及虚拟仿真训练系统的使用方法后进行演练，演练时将安装有培训内容场景的软件放置在VR眼镜中，学生直接佩戴眼镜并根据提示逐步进行，直至完成培训演练。演练过程中老师对学生的操作给予指导，演练结束后老师带领学生进行整体复盘，指出培训演练过程中存在的问题和不足。

1.3.2 对照组传统技能培训教学流程 传统技能培训具体流程为教师先在模型上规范演示完整的操作流程，而后学生逐一操作练习，期间老师对学生进行指导。

1.4 质量控制 培训及考核过程要求研究对象全程参与各培训及培训考核，考核过程保证公平公正，严禁作弊行为。VR操作及培训由轮转科室教学秘书和2名专业技术人员共同辅导，问卷及考核题目均由郑州大学第一附属医院从事临床工作多年的高年资专家设计。

1.5 教学效果评价 （1）培训后理论考核：试题来源于医学电子书包试题库（http://www.imed.org.cn/），试题包括A1、A2、A3、A4题型及案例分析共50道题，难度系数为0.53。（2）培训后实践技能考核：考核采用客观结构化临床考试（objective structured clinical examination，OSCE）考站方式，考试内容包括：问诊、初步诊断、技能操作（CPR及电除颤、院内突发呼吸困难和有机磷中毒处理）、相关治疗。（3）教学培训满意度问卷调查：问卷内容包括学习兴趣、自学能力、临床思维判断、临床综合能力、模拟工作情景、提高教学效果、有利于为临床做准备及教学对自己是否有帮助8个方面。每个方面分为5个分值等级，1~5分表示不同的赞同程度，1分代表很不赞同，5分表示很赞同。

1.6 统计学方法 采用SPSS 26.0和GraphPad Prism 9.3.1进行统计学分析，计量资料采用Kolmogorov-Smirnov检验数据正态性，正态分布数据以（$\bar{x} \pm s$）表示，两组间比较采用独立样本t检验；计数资料用相对数表示，两组间比较采用χ^2检验或Fisher's确切概率法，以$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究组和对照组基本情况比较 研究组与对照组的性别、年龄及毕业年限比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），表明两组具有可比性（表1）。

表1 研究组与对照组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the experimental group and control group

组别	例数	性别〔（名%）〕		年龄（$\bar{x} \pm s$，岁）	毕业年限（$\bar{x} \pm s$，年）
		男	女		
对照组	29	18（62.1）	11（37.9）	25.90±2.02	2.38±0.82
研究组	29	11（37.9）	18（62.1）	25.59±1.38	2.28±0.88
t（χ^2）值		3.379[a]		0.683	0.463
P值		0.066		0.498	0.646

注：[a]表示χ^2值。

2.2 研究组和对照组培训前专业知识的自评掌握程度调查情况 培训前所有学员中有20.7%（12/58）的学员可以独立完成CPR及电除颤，有10.3%（6/58）的学员可以独立处理有机磷中毒，有70.7%（41/58）可以处理，但不能完全独立处理院内突发呼吸困难，有22.4%（13/58）的学员能力有限不可以处理院内突发呼吸困难，有6.9%（4/58）的学员完全可以独立处理院内突发呼吸困难。

培训前研究组与对照组学员可以独立完成CPR及电除颤比例、可以独立处理有机磷中毒比例，以及完全可以独立处理、可以处理但不能完全独立、能力有限不

ChinaXiv合作期刊

可以处理院内突发呼吸困难比例比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表 2。

表 2 研究组与对照组培训前专业知识的自评掌握程度比较〔名（%）〕

Table 2 Comparison of self-assessed mastery of professional knowledge before training between the experimental group and control group

组别	例数	可以独立完成 CPR 及电除颤	可以独立处理有机磷中毒	处理院内突发呼吸困难		
				完全可以独立处理	可以处理但不能完全独立处理	能力有限不可以处理
对照组	29	7（24.1）	2（6.9）	2（6.9）	20（69.0）	7（24.1）
研究组	29	5（17.2）	4（13.8）	2（6.9）	21（72.4）	6（20.7）
χ^2 值		0.420	0.744	0	0.083	0.099
P 值		0.517	0.389	1.000	0.773	0.753

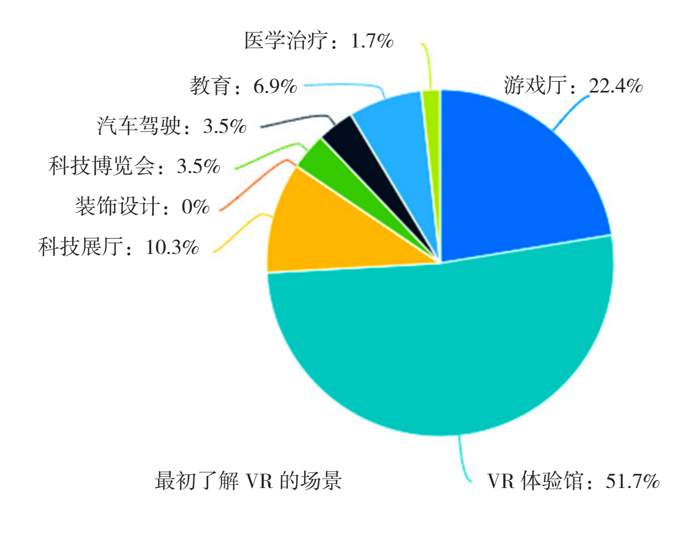
注：CPR= 心肺复苏。

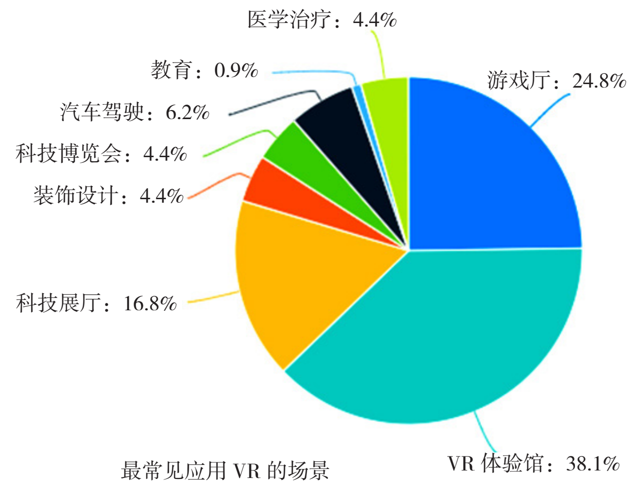
2.3 全科住培学员培训前对 VR 的了解情况及熟悉 VR 流程花费时间结果 全科住培学员培训前对 VR 的了解情况结果显示，学员最初了解 VR 主要是通过游戏厅〔22.4%（13/58）〕和 VR 体验馆〔51.7%（30/58）〕，通过教育首先接触 VR 的仅占 6.9%（4/58）；最常见应用 VR 的场景方面，学员总答题频次为 113，各选项构成比前三位由高到低依次为 VR 体验馆〔38.1%（43/113）〕、游戏厅〔24.8%（28/113）〕和科技展厅〔16.8%（19/113）〕，VR 在教育方面的应用并不常见〔0.9%（1/113）〕，其余结果见图 1。

研究组学员熟练 VR 流程所花费平均时间为（6.02±2.33）min，最短为 2 min，最长为 10 min，有 52%（15/29）的学员熟悉整个流程并熟练操作的时间为≤ 6 min，如图 2 所示。

2.4 研究组和对照组培训后理论和技能考核结果比较 培训后研究组的理论成绩与技能考核成绩均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）；以考核成绩≥ 60 分为考核合格，研究组理论与技能考核合格率均为 100%，对照组理论与技能考核合格率略低，分别为 93.1% 和 89.6%，但两组的考核合格率比较，差异无统计学意义（P>0.05）；以考核成绩≥ 80 分为考核优秀，研究组的理论考核优秀率高于对照组，差异具有统计学意义（P<0.05），研究组的技能考核优秀率与对照组比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表 3。将理论考核成绩、技能考核成绩按照分数整理为四个分数段，其中研究组理论考核 80 分及以上的人数高于对照组，差异具有统计学意义（P<0.05），如图 3 所示。

2.5 研究组和对照组培训后培训技能要点掌握率自评结果比较 研究组自评 CPR 及电除颤、处理有机磷中毒掌握率均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）；研究组自评处理院内突发呼吸困难掌握率与对照组比较，差异无统计学意义（P>0.05）。





注：VR= 虚拟现实技术。

图 1 全科住培学员培训前对 VR 技术的了解情况

Figure 1 Understanding of VR technology among general practice residents before training

2.6 研究组和对照组教学方式满意度结果比较 研究组在学习兴趣、自学能力、临床思维判断能力、临床综合能力、模拟临床环境、提高教学效果，有利于为临床做准备以及教学对自己是否有帮助的满意度得分均高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05），见表 4。

3 讨论

住培作为毕业后医学教育最关键的一部分，是医学生提高诊断及治疗能力并进一步向一名合格出色临床医师迈入的关键阶段。在传统的教学模式中，讲师主要通过 PPT 结合录播系统进行授课，住培学员因此以看、听、写为吸纳知识的主要方式，很难培养其自主思考能力[18-20]，住培学员的主动性、积极性也难以得到提升，无法很好地达到学以致用的效果[21]。VR 最突出的基本特征为：交互性、沉浸感和想象力[4]，可以模拟临床中的场景和感知对象，有利于住培学员沉浸于虚拟情

chinaXiv:202308.00027v1

ChinaXiv合作期刊

表 3 研究组和对照组全科住培学员理论和技能考核结果比较

Table 3 Comparison of the theoretical and skill assessment results of general practice residents between the experimental group and control group

组别	例数	理论考核成绩（$\bar{x} \pm s$，分）	技能考核成绩（$\bar{x} \pm s$，分）	理论考核合格率〔（名 %）〕	技能考核合格率〔（名 %）〕	理论考核优秀率〔（名 %）〕	技能考核优秀率〔（名 %）〕
对照组	29	77.03 ± 10.17	77.58 ± 10.05	27（93.1）	26（89.6）	12（41.4）	14（48.3）
研究组	29	83.68 ± 7.75	83.41 ± 8.17	29（100）	29（100）	22（75.9）	19（65.5）
t 值		2.803	2.423[a]	—	—	7.108	1.758
P 值		0.007	0.019	0.491	0.237	0.008	0.185

注：[a] 表示 t 值；—表示采用 Fisher's 确切概率法。

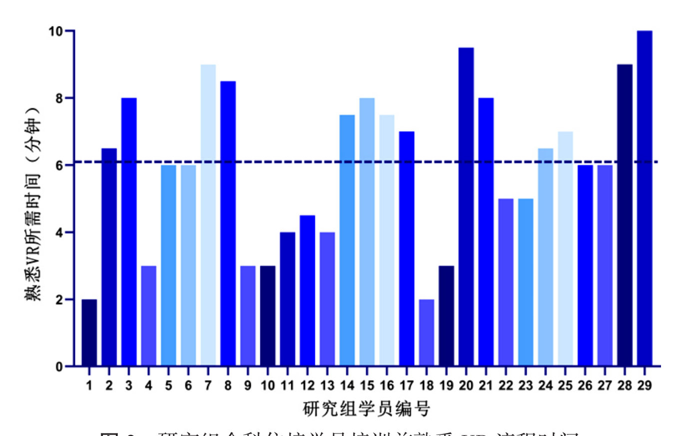


图 2 研究组全科住培学员培训前熟悉 VR 流程时间

Figure 2 Familiarization time with the VR process of general practice residents in the experimental group before training

表 4 研究组和对照组全科住培学员对培训技能要点掌握率自评结果比较〔（名 %）〕

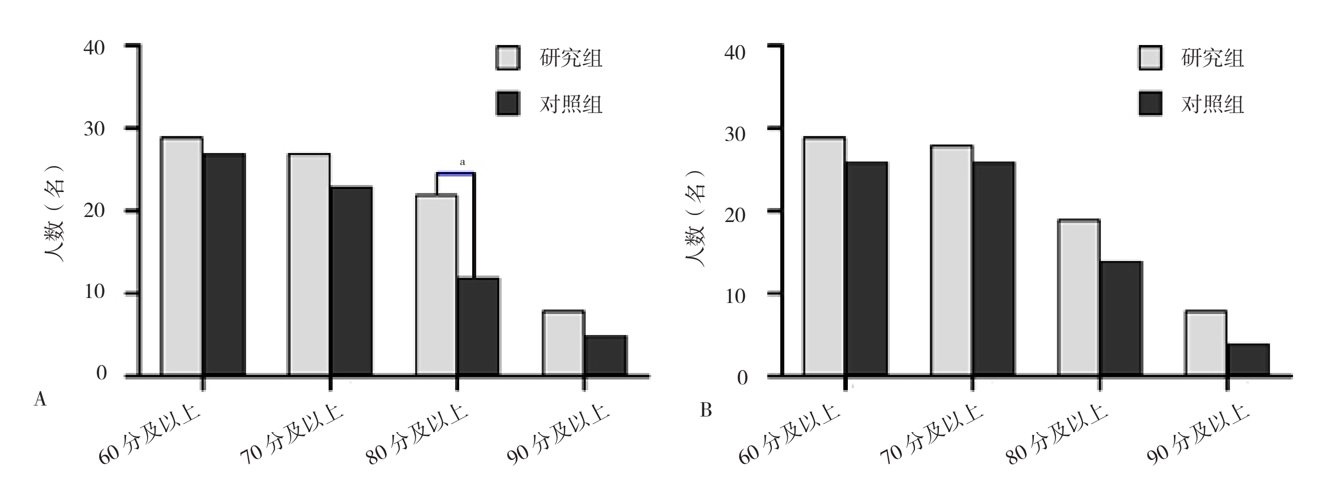
Table 4 Comparison of self-assessed mastery rate of training skill points among general practice residents in the experimental group and control group

组别	例数	CPR 及电除颤掌握率	处理有机磷中毒掌握率	处理院内突发呼吸困难掌握率
对照组	29	7（24.1）	4（13.8）	24（82.8）
研究组	29	15（51.7）	12（41.4）	28（96.6）
χ^2 值		4.687	5.524	1.673
P 值		0.030	0.038	0.196

境里，自主完成从分析、诊断、治疗再到管理每一个步骤[20]，有助于弥补传统教学方式的不足。因此，在全科住培教学中开展基于 VR 的教学方式值得实践探索。

本研究通过比较 2 种不同模式的教学方式，发现传统理论培训与 VR 技能培训相结合的教学方式效果整体优于传统理论培训与传统技能培训相结合的教学方式。本研究在培训前的调查中发现全科住培学员主要通过 VR 体验馆和游戏厅等途径首次接触的 VR，通过教育首先接触 VR 的仅占 6.9%；并且在生活中最常见的 VR 场景是 VR 体验馆、游戏厅和科技展厅，VR 用于教育方面并不常见（1.7%），由此可见，VR 这一技术还未完全渗透到人们的生活中，尤其是教育方面。本研究在培训前根据专业技术人员的记录以及学员的反馈，学员们基本可在 6 min 内熟悉整个 VR 流程并熟练应用，这提示全科住培学员比较容易接受与熟练应用 VR，在全科住培中推广该种教学模式是十分可行的。

全科医师作为人民生命健康的“守门人”，日常工作中必然会面临心搏骤停、有机磷中毒等情况以及值班



注：[a] 表示研究组和对照组比较 $P<0.05$；A 为研究组与对照组理论考核各分数段的比较，B 为研究组与对照组技能考核各分数段的比较。

图 3 研究组和对照组全科住培学员培训后理论和技能考核成绩各分数段的比较

Figure 3 Comparison of the theoretical and skill assessment score segments of general practice residents between the experimental group and control group after training

chinaXiv:202308.00027v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202308.00027v1

表 5 研究组和对照组全科住培学员对培训后的教学培训满意度问卷调查得分比较（$\bar{x} \pm s$，分）

Table 5 Comparison of the scores of the teaching and training satisfaction questionnaire after training between the experimental group and control group

组别	例数	学习兴趣	自学能力	临床思维判断能力	临床综合能力	模拟临床环境	提高教学效果	有利于为临床做准备	教学对自己是否有帮助
对照组	29	3.19 ± 0.99	3.12 ± 0.86	3.21 ± 1.05	2.79 ± 0.83	3.46 ± 0.97	3.40 ± 0.99	3.36 ± 1.04	4.28 ± 0.81
研究组	29	4.40 ± 0.62	3.79 ± 0.82	4.27 ± 0.63	4.39 ± 0.59	4.30 ± 0.51	4.34 ± 0.65	4.21 ± 0.65	2.72 ± 1.13
t 值		10.035	5.411	8.234	16.091	7.626	7.913	6.719	9.826
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01

时院内患者各种突发情况的急救等问题，掌握 CPR 及电除颤、院内突发呼吸困难、有机磷中毒处理对于全科住培学员至关重要。成人 CPR 和电除颤是急救的入门技能之一，同时也是医学生的必备技能，其对于心搏骤停的重要性犹如“起死回生”，规范及标准的操作是影响 CPR 成功率的重要因素[5，22-23]。另外，全科住培医师以后主要服务于基层，而河南省作为农业大省，农药中毒的发生在基层非常常见，其中有机磷中毒占农药中毒的一半以上，由于其致死性或潜在致死性合并症，掌握有机磷中毒病人的处理对于全科住培学员显得尤为重要[24]。调查培训前全科住培学员对专业知识的自评掌握程度结果显示，有超过 70% 的学员认为自己不能独立完成 CPR 及电除颤、独立处理有机磷中毒及院内突发呼吸困难等情况。为了能让医学生更精准地掌握本次培训内容的要点，不同于以往利用医学模拟人重复训练，采用 VR 在培训室进行训练可以达到事半功倍的效果，虽然病人只是虚拟人物，但是所给予的反馈却是真实的，被培训者可以透过手腕上的感应器掌握 CPR 胸外按压力度、按压频率等。本研究结果显示接受 VR 技能培训方式的全科住培学员对于培训内容要点的自评掌握率高于接受传统技能培训教学方式的全科住培学员，这为 VR 教学模式在住培中的推广应用提供了实践参考，更能进一步促进住培教学质量，提升住培学员的学习兴趣，为社会输送高质量人才。

既往研究表明 VR 用于医学临床教育已取得较好效果[19，25]，可以应用于内科操作培训、外科手术培训、妇科教学、急救医学教育、护理教学等，甚至涉及药学、中医学教育等方面[13，14，26-35]。一项 Meta 分析纳入了 50 项随机对照试验研究，比较了 VR 教学和无训练教学下医学生腹腔镜技术水平的差异，发现医学生接受 VR 教学对于学习绩效（腹腔镜技术水平）的提升具有显著正向促进作用[36]，本研究发现接受传统理论培训结合 VR 技能培训的全科住培学员其理论及技能考核成绩显著高于接受传统理论培训结合传统技能培训的全科住培学员，与既往研究结论一致。可见，结合 VR 的培训使学员对理论知识有了更深的理解，这不仅体现在技能的提升，同时也体现在理论知识掌握率的提高。此外，两组全科住培学员培训后满意度调查结果发现，研究组的学习兴趣、自学能力、临床思维判断、临床综合能力、模拟工作情景、提高教学效果、有利于为临床做准备及教学的满意度得分明显优于对照组，这表明 VR 极大地提高了全科住培学员的学习兴趣，为培养优秀人才奠定了基础，因此，VR 技能培训在全科医学住培中具有推广价值。

本研究仍存在局限性，首先培训内容主要局限于全科医师最常面临的临床问题，并未对比所有的临床问题所需技能的培训效果；其次，该研究为单中心小样本研究，研究结果可能存在偏倚，更大样本的多中心研究值得进一步探讨。

综上所述，VR 在全科住培中的应用取得良好的教学效果，它让抽象、传统的学习模式变得更加直观、新颖且透彻，可使全科住培学员能更主动地去把握疑难的知识点和操作要领，这在由知识转变为动手动脑能力过程中起到了很关键作用，也成功地弥补了传统教学中的缺陷；此外，传统理论培训结合 VR 技能培训的教学方式也让全科住院学员的临床综合能力得到了进一步提升，为全科住培的教学创新打开了新思路，具有显著的推广价值和较好的应用前景。

作者贡献：李晶晶提出研究思路及目标，负责研究的构思与设计，并对论文撰写和修改；袁丁进行数据的收集与整理、统计学处理；王秀玲负责项目沟通和研究思路的修改等；亢鸿飞负责研究的实施、质量控制、审核全文；赖诚诚进行数据分析、图和表的绘制与展示；王培松、卢广平负责研究的实施、统计学数据和处理的审查；高艳霞负责文章的质量控制与审查，对文章整体负责，监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] 刘露，江启成．国内外全科医学教育比较与反思［J］．中国卫生事业管理，2014，31（12）：940-942.

[2] 马骏．中国医学教育发展中的文化特点［J］．中国医院药学杂志，2019，36（9）：160-162.

[3] 陈心航，李海潮，吴红斌．我国毕业后医学教育研究特点与发展趋势分析［J］．中国毕业后医学教育，2021，5（2）：98-103.

[4] 李琳，王金平，黄力．基于 VR 技术再现真实医疗应用于临床教学的探讨［J］．中医教育，2020，39（1）：78-81. DOI：10.3969/j.issn.1003-305X.2020.01.097.

ChinaXiv合作期刊

[5] 刘立飞，张丽芳. VR 技术应用于心肺复苏教学的效果研究[J]. 教育教学论坛，2020（52）：377-378.

[6] 王萌，沈艳，何宁宁，等. 基于虚拟现实技术的外科教学系统在外科手术器械教学中的应用[J]. 中国医学教育技术，2022，36（1）：60-64. DOI：10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202201013.

[7] 王景涛，易跃雄，陈雨柔，等. 妇科 VR/AR 手术训练系统在妇科手术教学中的探索与实践[J]. 中国继续医学教育，2022，14（2）：155-158. DOI：10.3969/j.issn.1674-9308.2022.02.041.

[8] 邢雪. 基于 VR 的 CBL 与 PBL 混合式教学模式在医学临床教学中的应用[J]. 吉林医药学院学报，2022，43（3）：229-230. DOI：10.13845/j.cnki.issn1673-2995.2022.03.009.

[9] 张宝刚，杨景明，代春美，等. 虚拟现实技术在药学实践教学中的探索与构建[J]. 中国中医药现代远程教育，2022，20（2）：168-170. DOI：10.3969/j.issn.1672-2779.2022.02.064.

[10] 张帆，鹿楠，孙璟川，等. VR 技术在外科手术基本操作教学中的效果分析[J]. 中国继续医学教育，2022，14（6）：120-123. DOI：10.3969/j.issn.1674-9308.2022.06.032.

[11] 刘赟，陈群，王春桔，等. 虚拟现实技术在心肺复苏术训练中的应用[J]. 中国中医药现代远程教育，2020，18（1）：12-14. DOI：10.3969/j.issn.1672-2779.2020.01.005.

[12] 左俊，吴媛，邓红军，等. VR 沉浸式教学在骨折急救培训中的应用研究[J]. 继续医学教育，2020，34（10）：35-37. DOI：10.3969/j.issn.1004-6763.2020.10.018.

[13] 李一凡，王晶，王长远. 虚拟现实技术在急诊医学教育中的应用[J]. 医学研究杂志，2020，49（12）：147-149. DOI：10.11969/j.issn.1673-548X.2020.12.037.

[14] 王佳，罗丽蓉，赵翠霞，等. VR 沉浸式教学模式在急救中的实践研究[J]. 智慧健康，2022，8（10）：176-178. DOI：10.19335/j.cnki.2096-1219.2022.10.053.

[15] 苟文隆，徐源，秦楠，等. 虚拟现实技术对住培医生膝关节镜操作能力的教学效果评价研究[J]. 中国高等医学教育，2023（5）：57-58，61.

[16] 孙远，王夏蔚，沈剑琴，等. 虚拟现实技术和猪眼模拟训练在白内障住培教学中的对比研究[J]. 中国毕业后医学教育，2023，7（1）：55-59.

[17] 张璐希，张栋杰，du庆山. VR 全息影像在住培医师操作能力培养中的作用[J]. 继续医学教育，2023，37（3）：117-120. DOI：10.3969/j.issn.1004-6763.2023.03.030.

[18] 范阳东，朱艳玲，张青，等. 广州市住院医师规范化培训存在的问题及对策建议[J]. 中国卫生事业管理，2020，37（1）：58-61.

[19] 张莉，朱晓玲，苏琴. 虚拟现实技术 + 沉浸体验式学习模式在血管外科护生实践教学中的应用研究[J]. 中国高等医学教育，2020（10）：76-77. DOI：10.3969/j.issn.1002-1701.2020.10.039.

[20] 田林，汪国翔. 虚拟现实技术在临床医学研究生教育及住院医师规范化培训中的应用[J]. 广西医学，2017，39（3）：425-427. DOI：10.11675/j.issn.0253-4304.2017.03.41.

[21] 李婧. 医学模拟教育与人才培养——谈 VR/AR 在医学院校的应用前景[J]. 内蒙古师范大学学报：哲学社会科学版，2018，47（6）：113-116. DOI：10.3969/j.issn.1001-7623.2018.06.023.

[22] 王立祥，孟庆义，余涛. 2016 中国心肺复苏专家共识[J]. 解放军医学杂志，2017，42（3）：243-269.

[23] GAO Y，ZHAO Q P，ZHOU X D，et al. The role of virtual reality technology in medical education in the context of emerging medical discipline[J]. J Sichuan Univ Med Sci Ed，2021，52（2）：182-187. DOI：10.12182/20210260301.

[24] 李国强，邱泽武. 警惕有机磷中毒致死性合并症[J]. 中华急诊医学杂志，2021，30（11）：1285-1289. DOI：10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.11.001.

[25] 税敏，闵苏. 医学专业学位硕士研究生“双轨合一”培养模式的思考[J]. 重庆医学，2015，44（19）：2706-2707. DOI：10.3969/j.issn.1671-8348.2015.19.045.

[26] 曾小燕，赵静，张椿. 外科临床技能培训中虚拟现实技术的思考[J]. 解放军医院管理杂志，2020，27（7）：690-693. DOI：10.16770/J.cnki.1008-9985.2020.07.027.

[27] 陈文佳，傅羽，刘春南，等. 虚拟现实技术在临床内科学实践中的应用进展[J]. 中国继续医学教育，2021，13（33）：78-81. DOI：10.3969/j.issn.1674-9308.2021.33.021.

[28] 邓晓军，秦向阳，高鹏，等. 虚拟现实技术在医学教育中的应用[J]. 重庆医学，2017，46（18）：2582-2584. DOI：10.3969/j.issn.1671-8348.2017.18.048.

[29] 郭辰樨，欧凤荣. 虚拟现实技术在临床实践教学中的应用进展[J]. 沈阳医学院学报，2021，23（6）：513-516，521.

[30] 何蕙香，胡清福，郑珊虹，等. 医学教育中虚拟现实技术的整合运用研究[J]. 中国现代医生，2020，58（25）：155-158.

[31] 李林林，于振坤，樊红光，等. 虚拟现实技术在心血管外科手术教学培训中的初步应用研究[J]. 中国循环杂志，2019，34（3）：289-294. DOI：10.3969/j.issn.1000-3614.2019.03.015.

[32] 李政钊，刘朝忠，宾华威，等. 虚拟现实技术在住院医师航空医学救援培训中的应用和探讨[J]. 蛇志，2022，34（2）：287-289，293. DOI：10.3969/j.issn.1001-5639.2022.02.039.

[33] 刘秋爽，蔡本志. VR 技术在药学教学中的应用研究进展[J]. 中国继续医学教育，2022，14（1）：167-171. DOI：10.3969/j.issn.1674-9308.2022.01.043.

[34] 刘妍彤，李晓晨，任爽，等. VR 技术在中医学教学中的应用初探[J]. 中国中医药现代远程教育，2022，20（13）：8-10. DOI：10.3969/j.issn.1672-2779.2022.13.004.

[35] 杨飞，黄蓉，徐为群，等. 虚拟现实技术在护理专业技能训练中应用的范围综述[J]. 中华护理教育，2022，19（4）：318-324. DOI：10.3761/j.issn.1672-9234.2022.04.006.

[36] 沈阳，郝爱民，孙尚宇，等. 虚拟现实技术在医学教育中的场景应用研究——基于 79 篇实验研究论文的系统分析与元分析[J]. 中国电化教育，2020（8）：107-118.

（收稿日期：2023-02-06；修回日期：2023-07-23）
（本文编辑：王世越）

chinaXiv:202308.00027v1